

Implementarea în spațiul stărilor a filtrelor digitale IIR

Laborator 7, PSS

Obiectiv

Familiarizarea studenților cu formele de implementare tip în spațiul stărilor a filtrelor IIR.

Noțiuni teoretice

Exerciții

1. Fie sistemul IIR cu funcția de sistem

$$H(z) = \frac{1 + 2z^{-1} + 3z^{-2} + 2z^{-3}}{1 + 0.9z^{-1} + 0.8z^{-2} + 0.5z^{-3}}$$

- a. Să se implementeze sistemul în spațiul stărilor tip I și tip II.
- b. Calculați primele 5 valori ale răspunsului la treaptă, pentru condițiile inițiale

$$v[0] = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

2. Fie sistemul descris în spațiul stărilor de următoarele ecuații:

$$v[n+1] = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -0.81 & 1 \end{bmatrix} v[n] + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} x[n]$$

$$y[n] = \begin{bmatrix} -1.81 & 1 \end{bmatrix} v[n] + x[n]$$

- a. Determinați funcția de transfer a circuitului

- b. Calculați primele 5 valori ale răspunsului la treaptă, pentru condițiile inițiale $v[0] = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$
 - c. Reprezentați implementarea în spațiul stărilor (I și II) și în forma directă II.
3. Utilizați utilitarul `fdatool` pentru a proiecta unul din filtrele următoare:
 - a. Un filtru trece-jos IIR de ordin 4, de tip eliptic, cu frecvența de tăiere de 5kHz la o frecvență de eșantionare de 44.1kHz;
 - b. Un filtru trece-sus IIR de ordin 4, de tip eliptic, cu frecvența de tăiere de 1kHz la o frecvență de eșantionare de 44.1kHz;
 - c. Un filtru trece-bandă IIR de ordin 4, de tip eliptic, cu banda de trecere între 700Hz și 4kHz la o frecvență de eșantionare de 44.1kHz.

Exportați coeficienții în Workspace-ul Matlab.

4. În Matlab implementați o funcție `filter_spst(b, a, x)` care filtrează un semnal `x` cu filtrul definit de coeficienții `b` și `a`, de orice ordin n .
 - Implementarea va fi realizată conform ecuațiilor de tip spațiul stărilor I
5. Testați funcția realizată mai sus coeficienții obținuți la exercițiul 3), pentru un semnal audio oarecare.
6. Modificați funcția pentru a face filtrarea temporală a unei secvențe video, pentru un filtru de ordinul trei. Testați funcția pe secvența video `veh_small.mp4`.

Pentru prelucrarea unei secvențe video în Matlab puteți folosi următorul exemplu:

```
v = VideoReader('videofile.mp4');

% Read all the frames from the video, one frame at a time.

while hasFrame(v)
    frame = readFrame(v);

    % Do the processing here

end
```

Întrebări finale

1. TBD